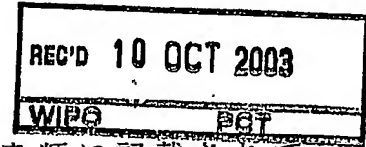


22.08.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2002年10月10日
Date of Application:

出 願 番 号 特願2002-297837
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-297837]

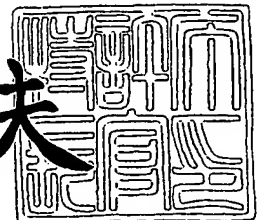
出 願 人 株式会社村田製作所
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 32-0121

【提出日】 平成14年10月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 3/46

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 齋藤 善史

【特許出願人】

 【識別番号】 000006231

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

 【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

 【代表者】 村田 泰隆

 【電話番号】 075-955-6731

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 005304

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミック多層基板の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の基板用セラミックグリーンシートを積層してなる未焼成のセラミック積層体と、前記未焼成のセラミック積層体の両主面に配置され、前記未焼成のセラミック積層体の焼成温度では焼結しない収縮抑制用セラミックグリーンシートと、からなる複合積層体を準備する工程と、

前記複合積層体を、前記未焼成のセラミック積層体の焼結温度より高く、かつ収縮抑制用セラミックグリーンシートの焼結温度より低い温度で焼成する工程と、

焼成後の前記複合積層体から、焼成工程を経た収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去し、セラミック多層基板を得る工程と、

を備えるセラミック多層基板の製造方法であって、

前記焼成工程を経た収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去する工程は、

前記焼成工程を経た前記複合積層体上の収縮抑制用セラミックグリーンシートに、水および圧縮空気を吹き付ける第 1 除去工程と、

第 1 除去工程を経た前記セラミック多層基板の両主面に、セラミック粉末、水、および圧縮空気を吹き付ける第 2 除去工程と、

第 1、第 2 除去工程を経たセラミック多層基板を超音波洗浄する第 3 除去工程と、

からなることを特徴とするセラミック多層基板の製造方法。

【請求項 2】 複数の基板用セラミックグリーンシートを積層してなる未焼成のセラミック積層体と、前記未焼成のセラミック積層体の両主面に配置され、前記未焼成のセラミック積層体の焼成温度では焼結しない収縮抑制用セラミックグリーンシートと、からなる複合積層体を準備する工程と、

前記複合積層体を、前記未焼成のセラミック積層体の焼結温度より高く、かつ収縮抑制用セラミックグリーンシートの焼結温度より低い温度で焼成する工程と、

焼成後の前記複合積層体から、焼成工程を経た収縮抑制用セラミックグリーン

シートを除去し、セラミック多層基板を得る工程と、
を備えるセラミック多層基板の製造方法であって、
前記焼成工程を経た収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去する工程は、
前記焼成工程を経た前記複合積層体上の収縮抑制用セラミックグリーンシート
に、水および圧縮空気を吹き付ける第1除去工程と、
第1除去工程を経た前記セラミック多層基板の両主面に、セラミック粉末、水
、および圧縮空気を吹き付ける第2除去工程と、
第1、第2除去工程を経たセラミック多層基板に、水および圧縮空気を吹き付
ける第3除去工程と、
からなることを特徴とするセラミック多層基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、焼成時の基板収縮を抑制したセラミック多層基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

セラミック多層基板を製造するには、基板用セラミックグリーンシートを積層して未焼成のセラミック積層体を作製し、これを焼成することが行われている。しかし、未焼成のセラミック積層体をそのまま焼成すると、焼成時に未焼成のセラミック積層体が収縮し、寸法誤差が生じてしまう。そこで、未焼成のセラミック積層体の両主面に未焼成のセラミック積層体の焼成温度では焼結しない収縮抑制用セラミックグリーンシートを配置し、未焼成のセラミック積層体の焼結温度より高く、かつ収縮抑制用セラミックグリーンシートの焼結温度より低い温度で焼成した後、収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去することが行われている。

【0003】

収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去する方法として、以下に示すような方法が挙げられている。まず、第1の方法として、圧縮空気とともにセラミッ

ク粉末を吹き付ける方法がある。次に、第2の方法として、圧縮空気とともに水を吹き付ける方法がある。次に、第3の方法として、圧縮空気とともにセラミック粉末および水とを混合したものを吹き付ける方法がある（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

【特許文献1】

WO99/56510号公報（第6－8頁、第1図）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記の第1、2、3の各方法を個別的に用いると、以下のような問題が生じる。

まず、WO99/56510号公報に記載されている、第1の方法を用いると、照射スポットが小さいため処理能力が低く、また処理範囲に関する位置精度も高くないために処理むらが発生する可能性がある。その結果、収縮抑制用セラミックグリーンシートを均一に除去することが困難となる。さらに、吹き付けられるセラミック粉末および除去された収縮抑制用セラミックグリーンシートの粉末を集塵するための装置が大型となり、大規模な設備が必要となるためコストが高くなる。

【0006】

次に、WO99/56510号公報に記載されている、第2の方法を用いると、収縮抑制用セラミックグリーンシートの大半を除去することは可能である。しかし、この第2の方法では、次のような場合に収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去できないことがある。つまり、未焼成のセラミック積層体にガラスが含まれている場合には、焼成により、未焼成のセラミック積層体のガラス成分と収縮抑制用セラミックグリーンシートのセラミック成分とが結合し、反応層が生じることがある。圧縮空気とともに水を吹き付けるだけでは、このような反応層は十分に除去できない。

【0007】

さらに、WO99/56510号公報に記載されている、第3の方法によると

、圧縮空気とともにセラミック粉末を吹き付ける方法に比べて、均一処理が可能となる。また、圧縮空気とともに水のみを吹き付ける方法に比べて、除去能力は高い。しかし、この第3の方法においては、吹き付けられるセラミック粉末はフィルターを通して再利用されるため、セラミック粉末として、収縮抑制用セラミックグリーンシートのセラミック粉末の平均粒径が近いもの、あるいは同等のものを使用する必要がある。なぜなら、セラミック粉末が収縮抑制用セラミックグリーンシートのセラミック粉末の粒径より大きいと、収縮抑制用セラミックグリーンシートのセラミック粉末をフィルターにて除去することが困難となり、使用時間の経過に従い、吹き付けられるセラミック粉末の平均粒径が変化するからである。この結果、収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去状態が変化するため、均一な処理が困難となる。逆に、セラミック粉末が収縮抑制用セラミックグリーンシートのセラミック粉末の粒径より小さい場合、フィルターで収縮抑制用セラミックグリーンシートのセラミック粉末を取り除くことはできる。しかし、極端に平均粒径の違うセラミック粉末を使用しないと、吹き付けられるセラミック粉末の一部もフィルターにより除去されることになり、使用時間の経過に従い、吹き付けられるセラミック粉末の平均粒径が変化する。この結果、収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去状態が変化するため、均一な処理が困難となる。

【0008】

本発明は、上記従来状況に鑑みてなされたもので、収縮抑制用セラミックグリーンシートを均一に除去することのできる、セラミック多層基板の製造方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明にかかるセラミック多層基板の製造方法は、複数の基板用セラミックグリーンシートを積層してなる未焼成のセラミック積層体と、前記未焼成のセラミック積層体の両主面に配置され、前記未焼成のセラミック積層体の焼成温度では焼結しない収縮抑制用セラミックグリーンシートと、からなる複合積層体を準備する工程と、前記複合積層体を、前記未焼成のセラミック積層体の焼結

温度より高く、かつ収縮抑制用セラミックグリーンシートの焼結温度より低い温度で焼成する工程と、焼成後の前記複合積層体から、焼成工程を経た収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去し、セラミック多層基板を得る工程と、を備えるセラミック多層基板の製造方法であって、前記焼成工程を経た収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去する工程は、前記焼成工程を経た前記複合積層体上の収縮抑制用セラミックグリーンシートに、水および圧縮空気を吹き付ける第1除去工程と、第1除去工程を経た前記セラミック多層基板の両主面に、セラミック粉末、水、および圧縮空気を吹き付ける第2除去工程と、第1、第2除去工程を経たセラミック多層基板を超音波洗浄する第3除去工程と、からなることを特徴としている。

【0010】

請求項2の発明にかかるセラミック多層基板の製造方法は、複数の基板用セラミックグリーンシートを積層してなる未焼成のセラミック積層体と、前記未焼成のセラミック積層体の両主面に配置され、前記未焼成のセラミック積層体の焼成温度では焼結しない収縮抑制用セラミックグリーンシートと、からなる複合積層体を準備する工程と、前記複合積層体を、前記未焼成のセラミック積層体の焼結温度より高く、かつ収縮抑制用セラミックグリーンシートの焼結温度より低い温度で焼成する工程と、焼成後の前記複合積層体から、焼成工程を経た収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去し、セラミック多層基板を得る工程と、を備えるセラミック多層基板の製造方法であって、前記焼成工程を経た収縮抑制用セラミックグリーンシートを除去する工程は、前記焼成工程を経た前記複合積層体上の収縮抑制用セラミックグリーンシートに、水および圧縮空気を吹き付ける第1除去工程と、第1除去工程を経た前記セラミック多層基板の両主面に、セラミック粉末、水、および圧縮空気を吹き付ける第2除去工程と、第1、第2除去工程を経たセラミック多層基板に、水および圧縮空気を吹き付ける第3除去工程と、からなることを特徴としている。

【0011】

【発明の実施の形態】

(実施形態1)

〈複合積層体を作製し、焼成する工程〉

まず、図1に示すように、複合積層体1を作製する。複合積層体1は、複数の基板用セラミックグリーンシート2および導体層3を積層してなる未焼成のセラミック積層体4の両主面に、収縮抑制用セラミックグリーンシート5を積層、圧着したものである。また、複合積層体1の内部にはビア導体6が形成され、高さの異なる導体層3を接続している。

【0012】

基板用セラミックグリーンシート2は、例えば、セラミック粉末にバインダー、可塑剤および溶剤を加えて、ボールミルやアトラクターなどで混合してスラリーとし、そのスラリーをドクターブレード法などの方法により25～200 μ m程度のシート状に成形したものをを用いることができる。

【0013】

セラミック粉末としては、例えば、結晶化温度600～1000℃の結晶化ガラス、あるいはその結晶化ガラスにアルミナ、ジルコン、ムライト、コージェライト、アノーサイト、シリカなどのセラミックフィラーを添加したものをを用いることができる。また、バインダーとしては、例えば、ポリビニルブチラール、メタアクリルポリマー、およびアクリルポリマーなどを用いることができる。可塑剤としては、例えば、フタル酸の誘導体などを用いることができる。溶剤としては、例えば、アルコール類、ケトン類および塩素系有機溶剤などを用いることができる。

【0014】

導体層3は、例えば、Ag、Cuなどの金属粉末を含む導体ペーストを、スクリーン印刷により基板用セラミックグリーンシート2上に印刷することにより形成される。また、複合積層体1に備えられるビア導体6は、例えば、基板用セラミックグリーンシート2に設けられたビアホールに、前記導体ペーストを充填することにより形成される。

【0015】

収縮抑制用セラミックグリーンシート5は、基板用セラミックグリーンシート2と同様の製造方法により作製される。ただし、その焼結温度は、基板用セラミ

ックグリーンシート2の焼成温度より高いものである。例えば、基板用セラミックグリーンシート2として焼結温度が1100℃以下のものを用いる場合には、収縮抑制用セラミックグリーンシート5に含まれるセラミック粉末としては、例えばアルミナ、酸化ジルコニウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、ムライト、酸化マグネシウム、炭化ケイ素などを用いることができる。これらのセラミック粉末の平均粒径は0.5～4 μmが好適である。粒径が粗いと、収縮制御力が弱くなる点やセラミック多層基板の表面が粗くなるためである。

【0016】

未焼成のセラミック積層体4の両主面に、収縮抑制用セラミックグリーンシート5を両側から加圧密着させる際、加圧密着させる圧力は10～200 MPa、温度は40℃～90℃であることが好ましい。

【0017】

次に、複合積層体1を焼成し、両主面に収縮抑制用セラミックグリーンシート5を備えたセラミック多層基板を作製する。このとき、焼成温度は、未焼成のセラミック積層体4の焼結温度より高く、かつ収縮抑制用セラミックグリーンシート5の焼結温度より低い。

【0018】

〈第1除去工程〉

次に、収縮抑制用セラミックグリーンシートに、水を圧縮空気とともに吹き付ける。この方法としては、例えば、図2に示すように、ブラストノズルを用いた方法が挙げられる。まず、支持台7に焼成工程を経たセラミック多層基板24を載置する。次に、セラミック多層基板24の両主面に備えられた収縮抑制用セラミックグリーンシート25に水8を圧縮空気9で加速しながら吹き付ける。この際、ブラストノズルの吐き出し口であるノズル10からは、水8および圧縮空気9の混合体11が吐き出される。次に、ノズル10を図中矢印A方向に順次走査しながら、連続して混合体11を吹き付ける。この際の圧縮空気の圧力は147～539 kPaが望ましい。147 kPa以下で処理すると、処理能力が劣るため生産性の低下につながる。逆に、539 kPa以上で処理すると、圧力によりノズル10の劣化が早まり、また圧縮空気9の消費量が多くなり、ランニングコ

ストが高くなる。

【0019】

第1除去工程を実施して、水圧により、収縮抑制用セラミックグリーンシート25のうち、主に、セラミック多層基板24のガラス成分と反応していない部分が除去される。この結果、第1除去工程を経た段階においては、セラミック多層基板24の両主面には、主に、収縮抑制用セラミックグリーンシート25とセラミック多層基板24のガラス成分とが反応した反応層が残留物として残る。また、セラミック多層基板24のガラス成分と反応していない収縮抑制用セラミックグリーンシート25の未反応部分が、第1除去工程において除去されず、残留物として残ることもある。なお、図2においては、収縮抑制用セラミックグリーンシート25が除去された状態が誇張されて図示されており、収縮用セラミックグリーンシート25の残留物は図示されていない。

【0020】

〈第2除去工程〉

次に、第1除去工程を経たセラミック多層基板の両主面に、圧縮空気とともにセラミック粉末および水を吹き付ける。この方法としては、例えば、第1除去工程の説明箇所で示した方法と同様に、ブラストノズルを用いて吹き付ける方法が挙げられる。図2において、8としてセラミック粉末と水の混合物が注入され、ノズル10からはセラミック粉末、水および圧縮空気の混合体が吹き出される。

【0021】

この際の圧縮空気の圧力は98～343kPaが望ましい。98kPa以下で処理すると、処理能力が劣るため生産性の低下につながる。343kPa以上で処理すると、導体層と複合積層体との界面にクラックが発生しやすい状況となり、導体層と複合積層体との接着強度の低下を招き、めっき工程において導体層の剥離などの不具合を生じることがある。

【0022】

また、セラミック粉末の平均粒径は9.5～40 μ mが望ましい。平均粒径が9.5 μ mより小さいセラミック粉末を使用すると、処理能力が劣るため生産性の低下につながる。逆に、平均粒径が40 μ mより大きいセラミック粉末を使用

すると、吹き付け時の衝突力が大きく、導体層と複合積層体との界面にクラックが発生しやすい状況となり、接着強度の低下を招き、めっき工程での導体層の剥離などの不具合を生じることがある。さらに、粒径が大きいために、特に配線の間隔が狭い部分の処理が不均一となりやすいなどの問題も発生する。

【0023】

第2除去工程を実施して、水、セラミック粉末および圧縮空気の物理的作用により、セラミック多層基板の両主面のうち、第1除去工程で除去しきれなかった残留物の大半が除去される。

【0024】

〈第3除去工程〉

次に、第1、第2除去工程を経たセラミック多層基板を超音波洗浄する。図3に示すように、洗浄槽12に洗浄液13を入れ、洗浄槽12中に備えられた洗浄カゴ14に被洗浄物であるセラミック多層基板24を入れ、超音波発振器15に接続されている超音波振動子16を使用して洗浄液13中に超音波を照射する。この際、セラミック多層基板24は洗浄カゴ14に立てて収納するほうが、両面同時に処理することができるため望ましい。この第3除去工程では、第1、第2除去工程で除去しきれなかった残留物、および第2除去工程で吹き付けられたセラミック粉末が除去される。

【0025】

この際の振動子周波数は40～100KHzが望ましい。40KHz以下で処理すると、キャビテーション力が強いため、処理中の基板の振れが大きくなり、薄い基板になると割れの発生を起こす場合がある。また、振動子発振部分に近い部分では導体層へのダメージも大きく、ひどい場合には導体層が破壊される場合もある。さらに、キャビテーション力が強いため、セラミック層および導体層のポーラス部分に入り込んだセラミック粉末の除去能力が低下する。これが原因となり、めっきの不均一性や以上析出といった問題が生じる。100KHz以上で処理すると、キャビテーション力が極端に弱くなり、前記工程までに除去しきれなかった収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去効果が弱くなり生産性の低下につながる。

【0026】

また、超音波振動子の単位面積当たりの出力は $0.2 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ であることが望ましい。 0.2 W/cm^2 以下で処理すると、前記工程までに除去しきれなかった収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去効果が弱くなり生産性の低下につながる。逆に 2.0 W/cm^2 以上で処理すると、処理中の基板の振れが大きくなり、薄い基板になると割れの発生を起こす場合がある。また、振動子発振部分に近い部分では導体層へのダメージも大きく、ひどい場合には導体層が破壊される場合もある。さらに、セラミック層および導体層のポーラス部分に入り込んだセラミック粉末の除去能力が低下する。これが原因となり、めっきの不均一性や異常析出といった問題が生じる。

【0027】

超音波洗浄を実施して、キャビテーションの物理的作用と洗浄剤の化学的作用により、セラミック多層基板24の主面上において、第2除去工程で除去しきれなかった残留物、および第2除去工程で吹き付けられたセラミック粉末が除去される。

以上の工程を経て、セラミック多層基板を作製する。

【0028】

(実施形態2)

実施形態1と同様に、複合積層体を作製し、焼成焼成する。両主面に収縮抑制用セラミックグリーンシートを備えたセラミック多層基板を作製し、第1、第2除去工程を経る。

【0029】

〈第3除去工程〉

次に、第1、第2除去工程を経たセラミック多層基板に、水を圧縮空気とともに吹き付ける。この方法としては、実施形態1の第1除去工程において行われたブラストノズルを用いた方法が挙げられる。この際の圧縮空気の圧力は $147 \sim 539 \text{ kPa}$ が望ましい。 147 kPa 以下で処理すると、処理能力が劣るため生産性の低下につながる。逆に、 539 kPa 以上で処理すると、圧力によりノズルの劣化が早まり、また圧縮空気の消費量が多くなり、ランニングコストが高

くなる。

【0030】

第3除去工程を実施して、水圧により、セラミック多層基板24の主面上において、第2除去工程で除去しきれなかった残留物、および第2除去工程で吹き付けられたセラミック粉末が除去される。

以上の工程を経て、セラミック多層基板を作製する。

【0031】

【実施例】

(実施例1)

まず、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 CaO を含む結晶化ガラス粉末と、アルミナ粉末とを等重量比率で混合した混合粉末100重量部に、ポリビニルブチラール15重量部、イソプロピルアルコール40重量部、およびトロール20重量部を加え、ボールミルで24時間混合してスラリーとした。このスラリーをドクターブレード法により、厚さ $120\mu\text{m}$ のセラミックグリーンシートを作製し、基板用セラミックグリーンシートを作製した。

【0032】

次に、所定の位置にAgペーストをスクリーン印刷することにより、前記基板用セラミックグリーンシートに塗布し、くし歯形電極を形成した。図4に示すように、くし歯形電極17は、第1の端子18に形成された第1の電極指18aと第2の端子19に形成された第2の電極指19aとが基板用セラミックグリーンシート2上で対向するように形成されたものであり、第1の電極指18aと第2の電極指19aの幅は $100\mu\text{m}$ 、第1の電極指18a、第2の電極指19a間の間隔は $100\mu\text{m}$ である。

【0033】

次に、平均粒径 $1.8\mu\text{m}$ のアルミナ粉末100重量部に、ポリビニルブチラール15重量部、イソプロピルアルコール40重量部、およびトロール20重量部を加え、ボールミルで24時間混合してスラリーとした。このスラリーをドクターブレード法により、厚さ $120\mu\text{m}$ のセラミックグリーンシートを作製し、収縮抑制用セラミックグリーンシートを作製した。

【0034】

次に、基板用セラミックグリーンシートを6枚、基板用セラミックグリーンシートの両主面に収縮抑制用セラミックグリーンシートをそれぞれ1枚ずつ積層し、圧力150MPa、温度60℃で加圧圧着し、複合積層体を作製した。

【0035】

次に、方向における単位長さ当たりの反り量が0.05%以下の平坦度を有する気孔率70%のアルミナ基板よりなるトレー上に置き、温度600℃で3時間加熱した後、温度900℃で1時間加圧することによって、基板用セラミックグリーンシートを焼結させた。

【0036】

次に、第1除去工程として、セラミック多層基板の両主面に備えられた収縮抑制用セラミックグリーンシートに、水を表1に示した147～539kPaの各圧縮空気とともに120秒間吹き付けを行った。

【0037】

次に、第2除去工程として、第1除去工程を経たセラミック多層基板上の残留物に、水および表1に示した平均粒径9.5～40μmの各アルミナ粉末を98～343kPaの各圧縮空気とともに120秒間吹き付けを行った。

【0038】

次に、第3除去工程として、第1、第2除去工程を経たセラミック多層基板に、表1に示した超音波振動子周波数40～100kHz、超音波振動子の単位当たりの出力0.2～2.0W/cm²で300秒間超音波洗浄を行った。

以上の工程を経て、各セラミック多層基板（試料番号1～8）を作製した。

【0039】

一方、以下のようにして比較例を作製した。

(比較例1)

前記実施例1の説明箇所であげた作製条件と同様の条件に従い、複合積層体を作製、焼成した後、第2除去工程を経ないで、収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去を行なった。すなわち、第1除去工程として、セラミック多層基板の両主面に備えられた収縮抑制用セラミックグリーンシートに、水を539kPa

の圧縮空気とともに120秒間吹き付けを行った後、第3除去工程として、超音波振動子周波数40KHz、超音波振動子の単位面積あたりの出力 $0.2/\text{cm}^2$ で300秒間超音波洗浄を行った。

以上の工程を経て、比較例1を作製した。

【0040】

(比較例2)

前記実施例1の説明箇所であげた作製条件と同様の条件に従い、複合積層体を作製、焼成して、20個の試料を準備した。この20個の試料について、第1除去工程を経ないで、第2、第3除去工程を実施して、収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去を行なった。第2除去工程として、前記セラミック多層基板の両主面に備えられた収縮抑制用セラミックグリーンシートの両主面に、水と平均粒径 $9.5\mu\text{m}$ のアルミナ粉を98kPaの圧縮空気とともに120秒間吹き付けを行った後、第3除去工程として、20個の基板を超音波振動子周波数40KHz、超音波振動子の単位面積あたりの出力 $0.2/\text{cm}^2$ で300秒間超音波洗浄を行った。20個の試料について、第2、第3の除去工程を1個目から20個目まで1個ずつ順番に実施した。

以上の工程を経て、比較例2a(1個目)、比較例2b(20個目)を作製した。

【0041】

上記実施例1、比較例1、2において作製された各セラミック多層基板の各試料(試料番号1~8、比較例1、比較例2a、2b)の外観について、除去むらのないものを○、除去むらのあるものを×として、表1に示す。

【0042】

次に、各セラミック多層基板の各試料に、パラジウム触媒を付与し、その後洗浄してくし歯型電極部にパラジウムの触媒核を形成し、その後無電解ニッケルめっき処理を行うことにより、くし歯型電極部にニッケルめっきを施した。くし歯形電極に $85^\circ\text{C} \cdot 85\% \text{RH}$ の条件下で1000時間50Vの電圧を印加し、絶縁抵抗の測定を行った。その測定結果を表1に示す。

【0043】

【表 1】

試料番号	第1除去工程	第2除去工程		第3除去工程		基板外観	絶縁抵抗値
	圧力 (kPa)	平均粒径 (μm)	圧力 (kPa)	周波数 (kHz)	出力 (W/cm ²)		LogIR (Ω)
No. 1	147	9.5	98	40	0.2	○	≥ 9
No. 2	539	9.5	98	40	0.2	○	≥ 9
No. 3	147	9.5	343	40	0.2	○	≥ 9
No. 4	147	40	98	40	0.2	○	≥ 9
No. 5	147	40	343	40	0.2	○	≥ 9
No. 6	147	9.5	98	40	2.0	○	≥ 9
No. 7	147	9.5	98	100	0.2	○	≥ 9
No. 8	147	9.5	98	100	1.0	○	≥ 9
比較例1	539	処理なし		40	0.2	×	≤ 5
比較例2a	処理なし(1個目)	9.5	98	40	0.2	○	≥ 9
比較例2b	処理なし(20個目)	9.5	98	40	0.2	×	≤ 5

【0044】

(実施例 2)

前記実施例 1 と同様に、複合積層体を作製し、焼成する。両主面に収縮抑制用セラミックグリーンシートを備えたセラミック多層基板を作製し、表 2 に示した条件で、第 1、第 2 除去工程を経た。

【0045】

次に、第 3 除去工程として、第 1、第 2 除去工程を経たセラミック多層基板に、表 2 に示した水を 147～539 kPa の各圧縮空気とともに 120 秒間吹き付けを行った。

以上の工程を経て、表 2 に示す各セラミック多層基板（資料番号 9～14）を作製した。

【0046】

一方、以下のようにして比較例を作製した。

(比較例 3)

前記実施例 2 の説明箇所であげた作製条件と同様の条件に従い、複合積層体を作製、焼成した後、第 2 除去工程を経ないで、収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去を行なった。すなわち、第 1 除去工程として、セラミック多層基板の

両主面に備えられた収縮抑制用セラミックグリーンシートに、水を539 kPaの圧縮空気とともに120秒間吹き付けを行った後、第3除去工程として、水を147～539 kPaの圧縮空気とともに120秒間吹き付けを行った。

以上の工程を経て、比較例3を作製した。

【0047】

(比較例4)

前記実施例2の説明箇所であげた作製条件と同様の条件に従い、複合積層体を作製、焼成して、20個の試料を準備した。この20個の試料について、第1除去工程を経ないで、第2、第3除去工程を実施して、収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去を行なった。第2除去工程として、前記セラミック多層基板の両主面に備えられた収縮抑制用セラミックグリーンシートの両主面に、水と平均粒径9.5 μ mのアルミナ粉を98 kPaの圧縮空気とともに120秒間吹き付けを行った後、第3除去工程として、20個の基板に水を147～539 kPaの圧縮空気とともに120秒間吹き付けを行った。20個の試料について、第2、第3の除去工程を1個目から20個目まで1個ずつ順番に実施した。

以上の工程を経て、比較例4a(1個目)、比較例4b(20個目)を作製した。

【0048】

上記実施例2、比較例3、4において作製された各セラミック多層基板の各試料(試料番号9～14、比較例3、比較例4a、4b)の外観について、除去むらのないものを○、除去むらのあるものを×として、表2に示す。

【0049】

次に、各セラミック多層基板の各試料に、パラジウム触媒を付与し、その後洗浄してくし歯型電極部にパラジウムの触媒核を形成し、その後無電解ニッケルめっき処理を行うことにより、くし歯型電極部にニッケルめっきを施した。くし歯形電極に85℃・85%RHの条件下で1000時間50Vの電圧を印加し、絶縁抵抗の測定を行った。その測定結果を表2に示す。

【0050】

【表 2】

試料番号	第1除去工程	第2除去工程		第3除去工程	基板外観	絶縁抵抗値
	圧力 (kPa)	平均粒径 (μm)	圧力 (kPa)	圧力 (kPa)		LogIR (Ω)
No. 9	147	9.5	98	147	○	≥ 9
No. 10	539	9.5	98	147	○	≥ 9
No. 11	147	9.5	343	147	○	≥ 9
No. 12	147	40	98	147	○	≥ 9
No. 13	147	40	343	147	○	≥ 9
No. 14	147	9.5	98	539	○	≥ 9
比較例3	539	処理なし		539	×	≤ 5
比較例4a	処理なし(1個目)	9.5	98	539	○	≥ 9
比較例4b	処理なし(20個目)	9.5	98	539	×	≤ 5

【0051】

以上のように、本実施例によれば、収縮抑制用セラミックグリーンシートをむらなく除去することができ、かつ、良好な絶縁抵抗値を維持することができた。

【0052】

一方、比較例1においては、除去むらの外観があり、絶縁抵抗値は、LogIRが5以下となった。

【0053】

比較例2においては、1個目のセラミック多層基板については除去むらの外観はなかったが、20個目のセラミック多層基板については除去むらの外観がみられ、絶縁抵抗値は、1個目のセラミック多層基板ではLogIRが9以上となったが、20個目のセラミック多層基板ではLogIRが5以下となった。すなわち、第2除去工程を繰り返すことにより、収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去能力が低下することが明らかになった。

【0054】

比較例3においては、除去むらの外観があり、絶縁抵抗値は、LogIRが5以下となった。

【0055】

比較例4においては、1個目のセラミック多層基板については除去むらの外観

はなかったが、20個目のセラミック多層基板については除去むらの外観がみられ、絶縁抵抗値は、1個目のセラミック多層基板ではLogIRが9以上となったが、20個目のセラミック多層基板ではLogIRが5以下となった。すなわち、第2除去工程を繰り返すことにより収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去能力が低下することが明らかになった。

【0056】

比較例1、3および比較例2、4の20個目のセラミック多層基板について絶縁抵抗値が低下したのは以下の理由による。図5に示すように、セラミック多層基板34の表面に収縮抑制用セラミックグリーンシートの残留物20が存在するため、くし歯形電極の電極17の端面17aに収縮抑制用セラミックグリーンシートの残留物20に覆われる部分ができる。その結果、くし歯形電極の電極17の端面17aにニッケルめっき21が施されない部分が生じる。残留物20はポーラスであるため、めっき21が施されない部分でAgのマイグレーションが矢印方向に発生し、その結果、絶縁抵抗値が低下する。

【0057】

【発明の効果】

本発明にかかるセラミック多層基板の製造方法によれば、収縮抑制用セラミックグリーンシートに、水および圧縮空気を吹き付ける第1除去工程において、主に収縮抑制用セラミックグリーンシートのうちセラミック多層基板のガラス成分と反応していない部分を除去する。次に、セラミック粉末、水、および圧縮空気を吹き付ける第2除去工程において、第1除去工程で除去しきれなかった残留物の大半を除去する。最後に、超音波洗浄を行なう、あるいは水および圧縮空気を吹き付ける第3除去工程において、第2除去工程で除去しきれなかった残留物、および第2除去工程で吹き付けられたセラミック粉末を除去する。以上の3つの工程を経ることにより、除去むらをなくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明にかかるセラミック多層基板を示す概略断面図である。

【図2】

本発明にかかるセラミック多層基板の製造方法を示す概略工程図である。

【図 3】

本発明にかかるセラミック多層基板の製造方法を示す概略工程図である。

【図 4】

本発明にかかるセラミック多層基板上的のくし歯形電極を示す概略断面図である。

。

【図 5】

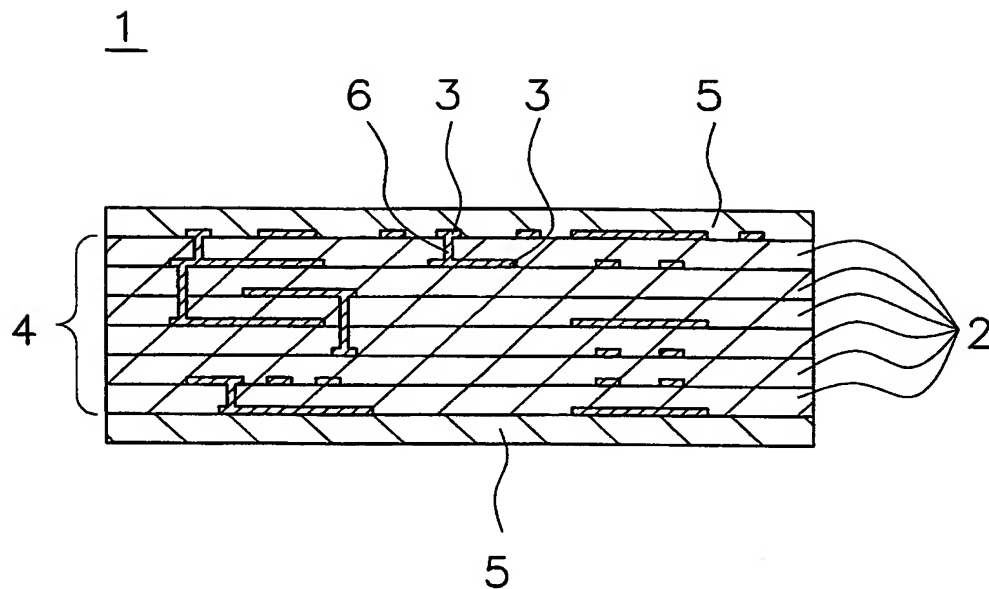
セラミック多層基板上の電極におけるマイグレーションを示す模式図である。

【符号の説明】

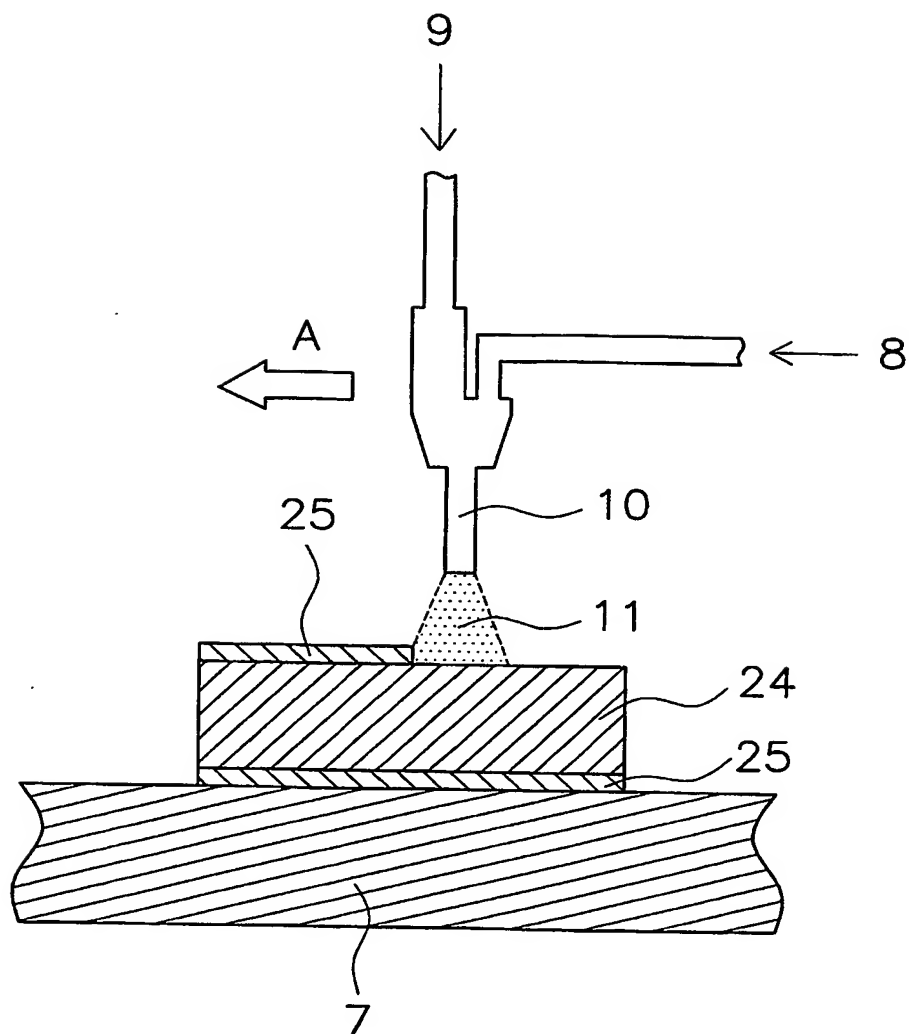
1	複合積層体
2	基板用セラミックグリーンシート
3	導体層
4	未焼成のセラミック積層体
5、25	収縮抑制用セラミックグリーンシート
8	水
9	圧縮空気
10	ノズル
11	混合体
12	洗浄槽
15	超音波発振器
16	超音波振動子
17	くし歯形電極
24	セラミック多層基板

【書類名】 図面

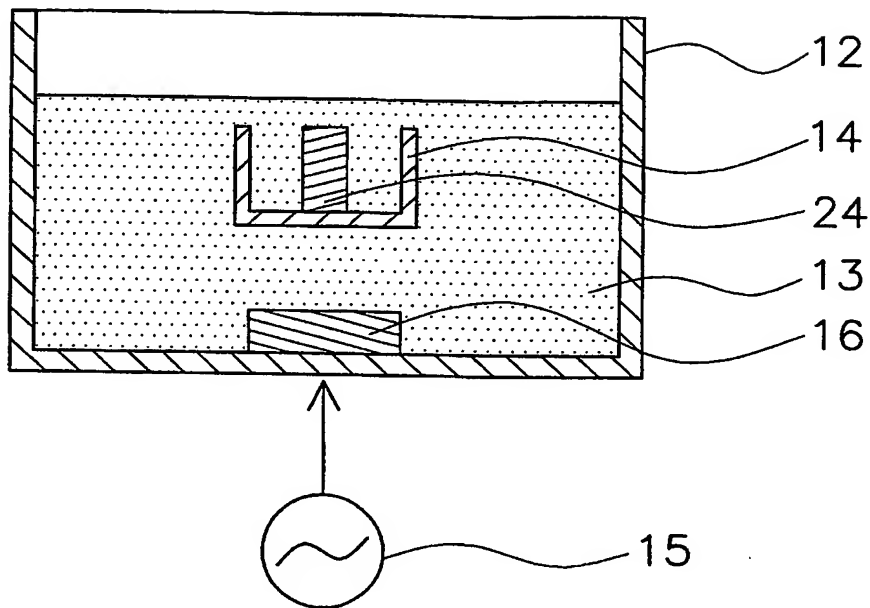
【図 1】



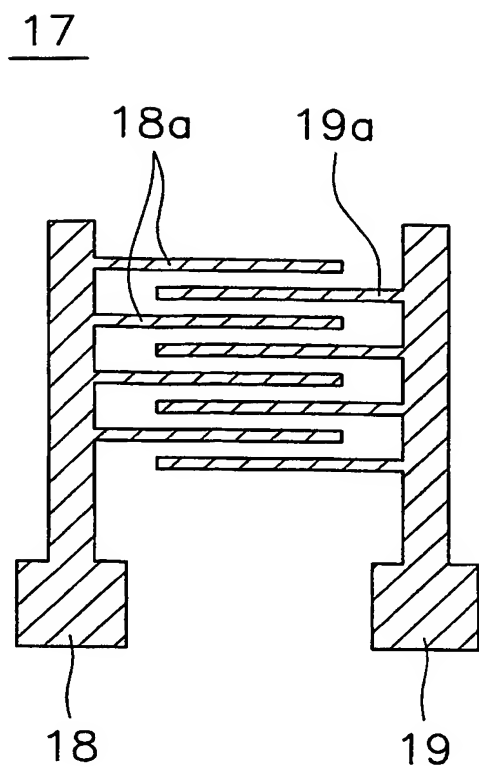
【図 2】



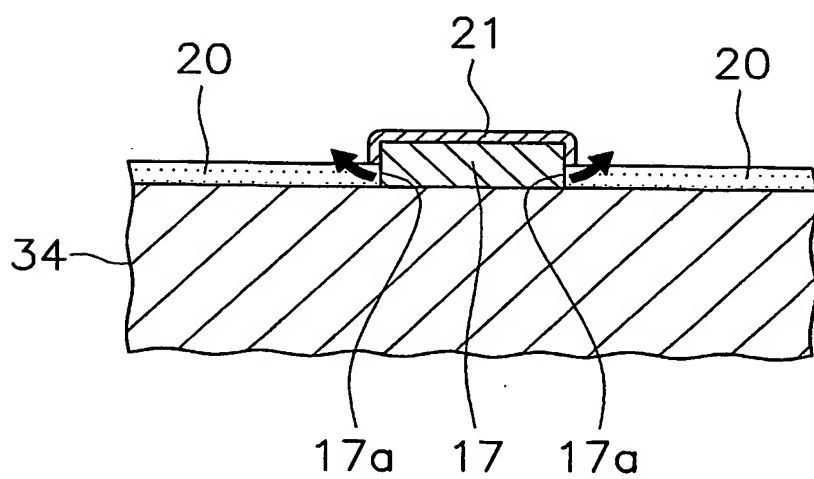
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 収縮抑制用セラミックグリーンシートの除去むらのないセラミック多層基板の製造方法を提供する。

【解決手段】 基板用セラミックグリーンシート 2 および導体層 3 を積層してなる未焼成のセラミック積層体 4 の両主面に、未焼成のセラミック積層体 4 の焼成温度では焼結しない収縮抑制用セラミックグリーンシート 5 が備えられた複合積層体 1 を、未焼成のセラミック積層体 4 の焼結温度より高く、かつ収縮抑制用セラミックグリーンシート 5 の焼結温度より低い温度で焼成し、収縮抑制用セラミックグリーンシート 5 に、水および圧縮空気を吹き付けて、主に未焼成のセラミック積層体 4 のガラス成分と反応していない部分を除去する第 1 除去工程と、第 1 除去工程を経たセラミック多層基板に、セラミック粉末、水、および圧縮空気を吹き付けて、第 1 除去工程で除去しきれなかった残留物の大半を除去する第 2 除去工程と、第 1、第 2 除工程を経たセラミック多層基板を超音波洗浄する第 3 除去工程とを経ることによりセラミック多層基板を作製する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 9 7 8 3 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 2 3 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

氏 名

株式会社村田製作所